



Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова

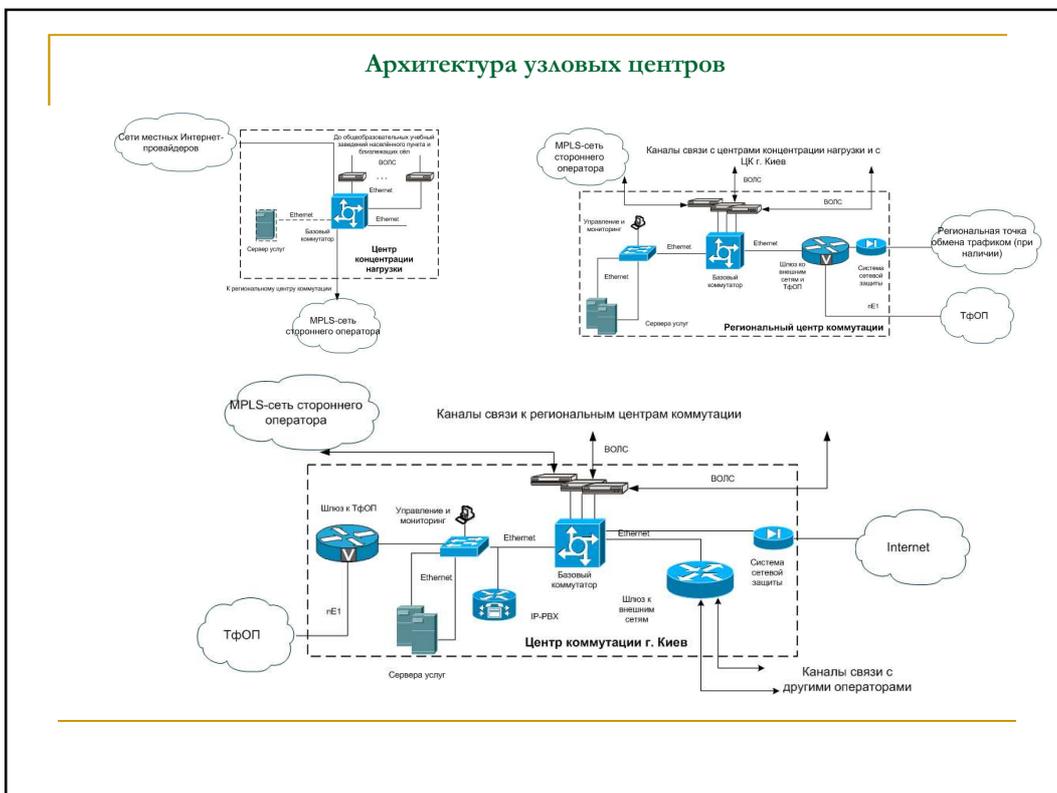
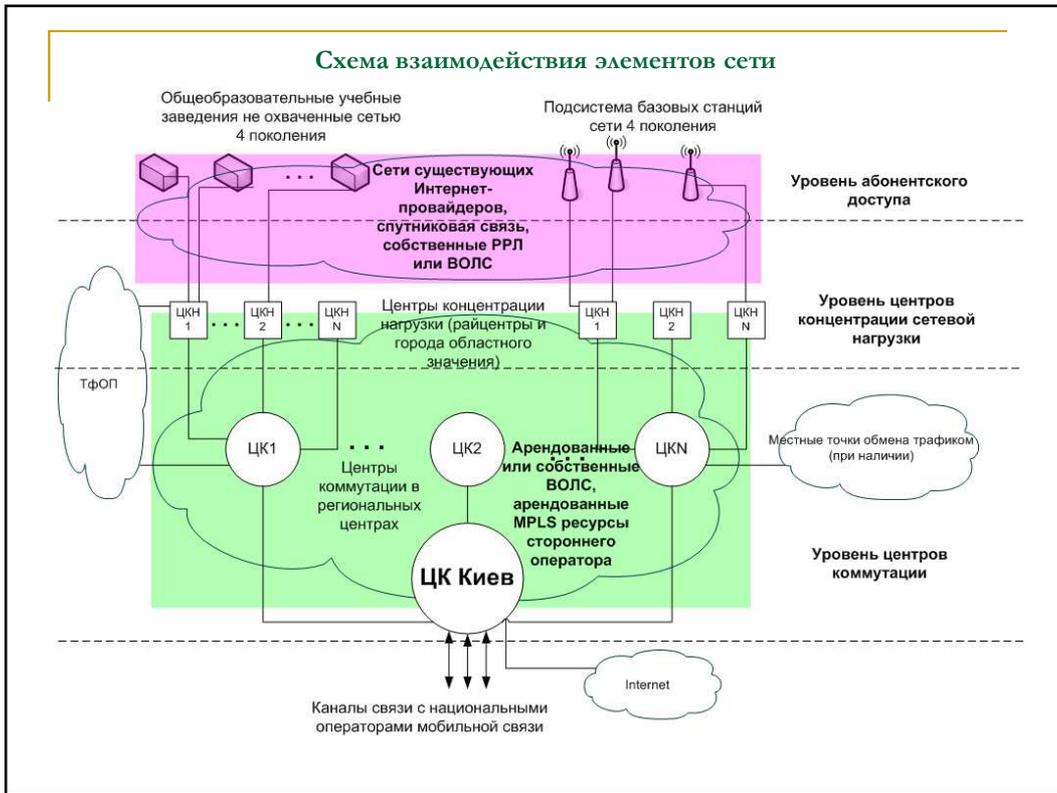
## Оптимизация разворачивания беспроводных сетей широкополосного доступа 4 поколения в Украине

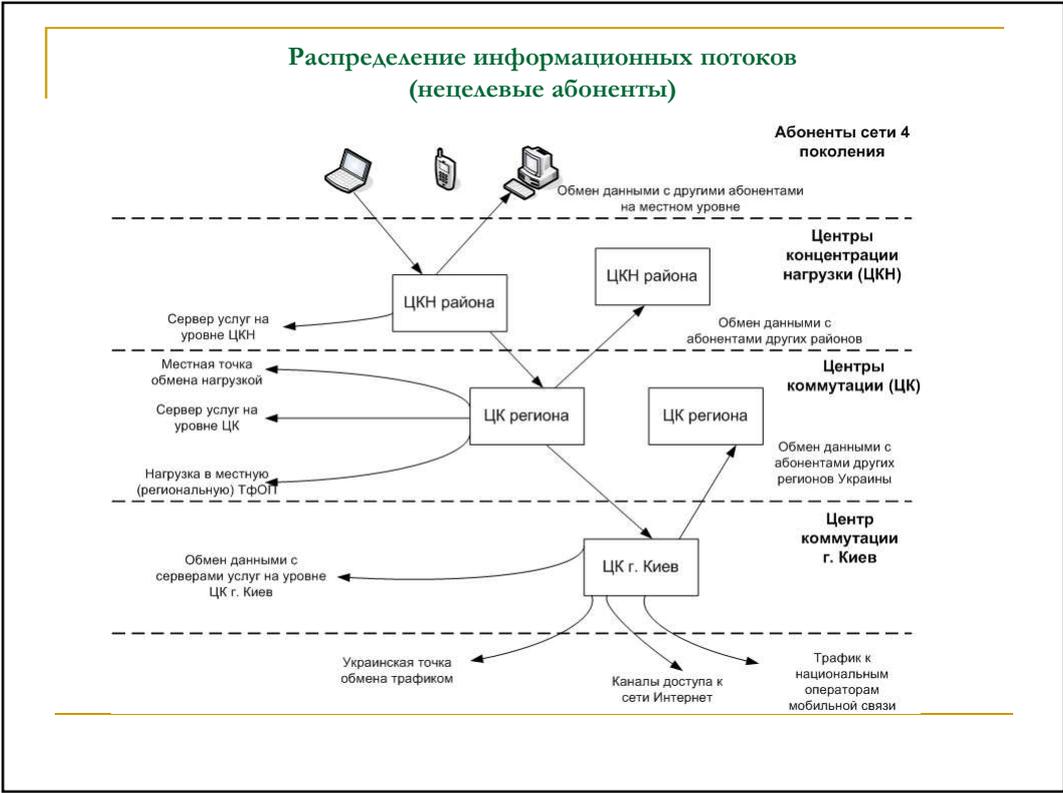
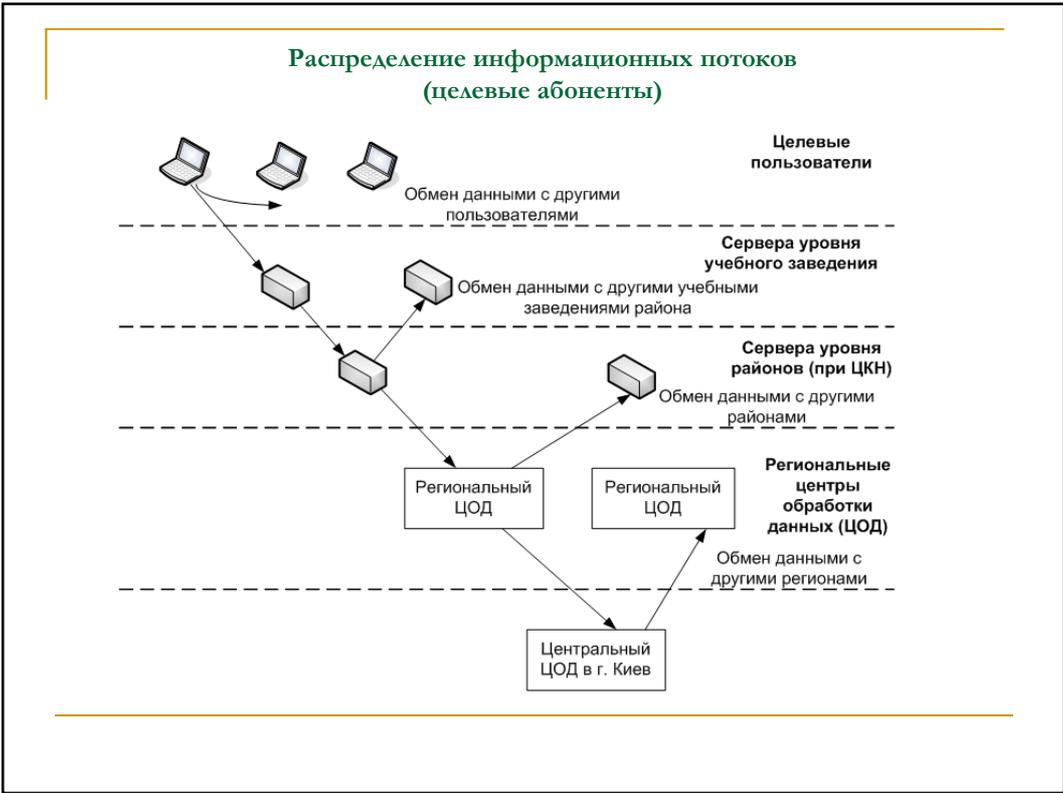
Каптур В.А. - проректор по научной работе,  
кандидат технических наук

2011

### Цель проекта «Открытый мир»

- Построение единой информационной среды учебных заведений
- Дистанционное образование в рамках школьного учебного процесса
- Продолжение воплощения в жизнь проекта «школа будущего»
- Наблюдение и анализ учебного процесса
- Возможность использования созданной инфраструктуры, как основы для дальнейшего развития информатизации регионов
- Полный отказ от бумажных учебников
- Ускоренное внедрение новых знаний в учебный процесс





### Категории нецелевых абонентов

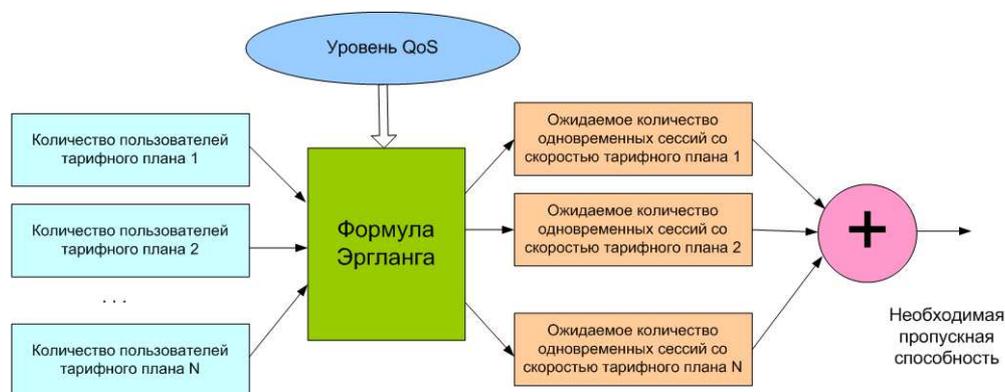
Категория абонентов	Профиль (характеристика) категории
1	Доступ к электронной почте, просмотр web-страниц. Преимущественно мобильные абоненты.
2	Доступ к электронной почте, просмотр web-страниц, просмотр видео, прослушивание музыки, использование сервиса Skype (или аналогов). Мобильные и стационарные абоненты.
3	Доступ к электронной почте, просмотр web-страниц, просмотр видео, прослушивание музыки, использование сервиса Skype (или аналогов), загрузка больших массивов данных через пиринговые сети, on-line игры. Преимущественно стационарные абоненты
4	Юридические osoby: доступ к электронной почте, просмотр web-страниц, просмотр видео, прослушивание музыки, использование сервиса Skype (или аналогов), работа с базами данных типа 1С или аналогичными через сеть с филиалами. Преимущественно стационарные абоненты.

### Распределение категорий абонентов по скоростям доступа

Категории абонентов	Процентное распределение, %					
	Скорость $c_k$ , Кбит/с					
	256	512	1024	2048	4096	8192
1	15	50	15	0	0	0
2	0	0	3	5	2	0
3	0	0	0	2,5	3	2,5
4	0	0	0	0	1	1

Категории абонентов	1	2	3	4
Количество запросов за час	6	3	0,25	30
Средняя длительность запроса T, с	5	100	3600	5

### Оценка необходимой пропускной способности каналов доступа



### Перечень выбранных типов оборудования

Тип оборудования	Обоснованная модель	Потребляемая мощность, Вт	Стоимость единицы, грн.
<b>Оборудование ЦК в г. Киев</b>			
Базовый коммутатор типа 1	Cisco Catalyst 6500	1500	1 980 072
Коммутатор Ethernet типа 1	Cisco Catalyst Catalyst 2960 24 10/100 PoE + 2 T/SFP LAN Base Image	370	13 416
Маршрутизатор типа 1	Cisco 2821 LAN Image	120	18 500
Маршрутизатор типа 2 (шлюз к ТФОП)	Cisco 3825 Voice Bundle, PVDM2-64, SP Serv, 64F/256D	250	63 703
Маршрутизатор типа 3 (с функцией IP-PBX)	MC7845H2-K9-CMC2	735	2 319 960
Система защиты информации типа 1	Cisco ASA 5580	190	644 800
Сервер услуг типа 1	HP ProLiant DL165 G7 6172 2.1TTц	750	31 320
<b>Оборудование регионального ЦК</b>			
Базовый коммутатор типа 2	Cisco Catalyst 3750 24 10/100/1000 + 4 SFP + IPS Image	190	52 752
Коммутатор Ethernet типа 2	Cisco Catalyst Catalyst 2960 24 10/100 PoE + 2 T/SFP LAN Base Image	370	13 416
Маршрутизатор типа 4 (шлюз к ТФОП)	Cisco 2821 Voice Bundle, PVDM2-32	120	27 336
Сервер услуг типа 2	HP ProLiant DL165 G7 6172 2.1TTц	750	31 320
Система защиты информации типа 2	Cisco ASA 5510-BUN-K9	190	16 192
<b>Оборудование ЦКН</b>			
Базовый коммутатор типа 3	Cisco Catalyst 3750V2 48 10/100 + 4 SFP Enhanced Image	190	44 400
Сервер услуг типа 3	IBM x3250 (4252K4G)	351	9 376
<b>Оборудование учебного заведения</b>			
Коммутатор Ethernet типа 3	D-Link DES-1016A	2,3	270
Маршрутизатор типа 5	Linksys SB RV042	25	1 650
Точка доступа	D-Link DWL-2100AP	5	480
Сервер услуг типа 3	Системный блок mini ATX	350	2 450

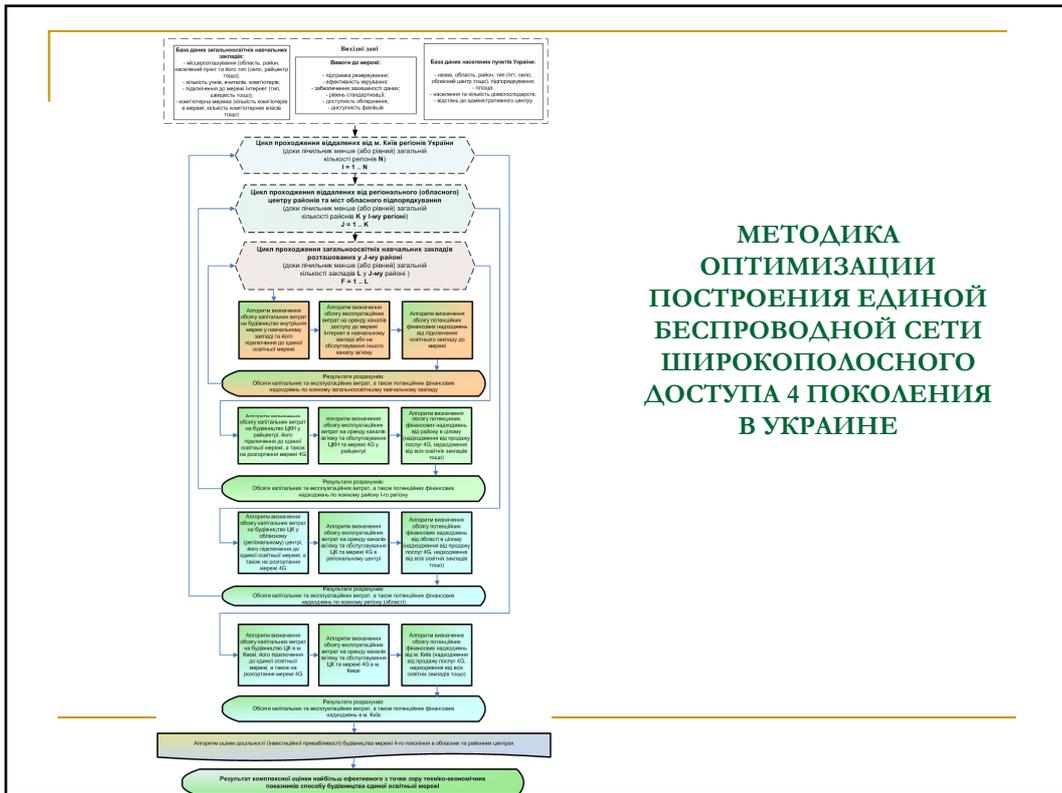
Учитывая общую практику удешевления оборудования при условии построения сети национального уровня (эффект масштаба), а также снижение стоимости нового оборудования со временем при оценке капитальных затрат используется общее снижение стоимости оборудования на 10%.

### Стоимость и комплектация БС для города (технология LTE)

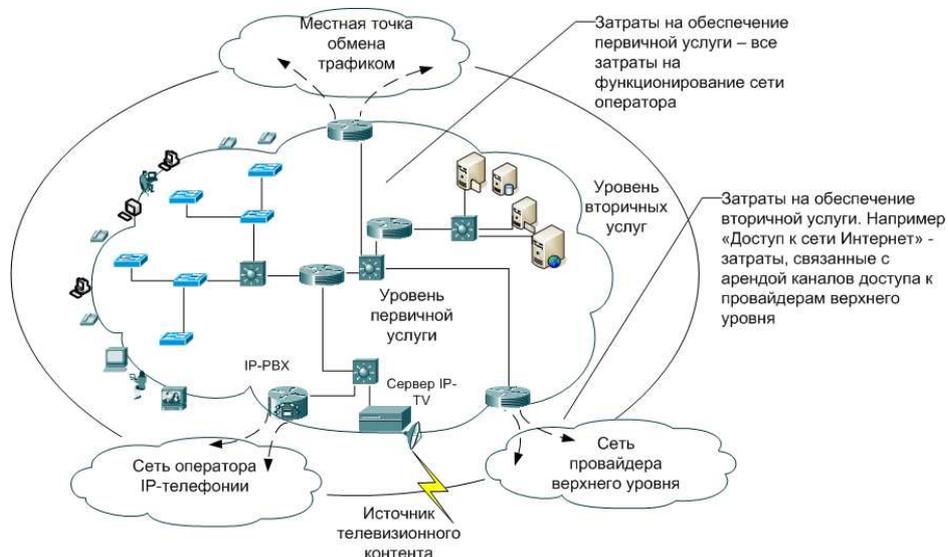
Наименование	Стоимость единицы, \$	Единица измерения	За одну коаксиальную проводку, \$	За сектор (2 коаксиальные проводки), \$
7/8" Ультра гибкий коаксиальный кабель	4.32	за метр	194.70	389,40
Коннектор 7/8"	17.00	за штуку	\$34	68,00
Коксиальный джампер , SCF12-50J	58.00	за штуку	\$116	232,00
Антенна МИМО и крепления	2250,00	за штуку	2250	2250
7/8" зажим для коаксиального кабеля	12,75	за штуку	13	25,50
Зажимы для коаксиального кабеля	27,00	за комплект	54	108,00
Сборка амортизационных подвесов 7/8" для коаксиального кабеля (5 шт. в комплекте)	25,50	за комплект	77	153,00
Усилитель, размещённый на мачте	1550,00	за штуку	1550	3100,00
		<b>Всего</b>	<b>4287,95</b>	<b>6325,90</b>
	Оборудование мачты (стоимость трёх секторов)			<b>18977,70</b>
	eNodeB волоконно-оптический Ethernet конвертор			3000
	eNodeB			40000
	Оборудование всего			61977,7
	20% на инженерные работы и установку			12295,54
	Доборудование соединения с радиорелейной станцией			15000
		<b>Всего</b>		<b>89 373,2</b>

### Стоимость и комплектация новой БС для города (технология WiMax)

Наименование	Стоимость единицы, \$	Единица измерения	За одну коаксиальную проводку, \$	За сектор (2 коаксиальные проводки), \$
7/8" Ультра гибкий коаксиальный кабель	4.32	за метр	194.70	389,40
Коннектор 7/8"	17.00	за штуку	\$34	68,00
Коксиальный джампер , SCF12-50J	58.00	за штуку	\$116	232,00
Антенна МИМО и крепления	2250,00	за штуку	2250	2250
7/8" зажим для коаксиального кабеля	12,75	за штуку	13	25,50
Зажимы для коаксиального кабеля	27,00	за комплект	54	108,00
Сборка амортизационных подвесов 7/8" для коаксиального кабеля (5 шт. в комплекте)	25,50	за комплект	77	153,00
Усилитель, размещённый на мачте	1550,00	за штуку	1550	3100,00
		<b>Всего</b>	<b>4287,95</b>	<b>6325,90</b>
	Оборудование мачты (стоимость трёх секторов)			<b>18977,70</b>
	eNodeB волоконно-оптический Ethernet конвертор			3000
	eNodeB			30000
	Оборудование всего			51977,7
	20% на инженерные работы и установку			10395,54
	Оборудование резервирования			15250
	Построение мачты			25000
	Выделение земли и оформление разрешительных документов			5000
	Оборудование соединения с радиорелейной станцией			22450
		<b>Всего БС</b>		<b>130073,24</b>



### Определение тарифов и методов распределения поступлений



### Территориальное устройство и система общеобразовательных учреждений Украины

Тип	Средняя площадь, км <sup>2</sup>	Среднее количество населения, особ	Средняя плотность населения, особ/км <sup>2</sup>
Областные центры	216.06	554121.96	2564.66
Города областного значения	56.86	65884.169	1158.71
Города районного значения	26.1	13901.33	532.62
Посёлки городского типа	144.73	4539.44	31.36
Сельский населённые пункты	50.59	559.74	11.06

- 67,59% школ находятся в сёлах и посёлках городского типа, а 32,41% школ – в городах
- в среднем на одну школу приходится 198 учеников и 15 компьютеров
- доступ к сети Интернет имеет 61% учебных заведений
- сейчас в Украине насчитывается 608 районов, из них в городах - 118

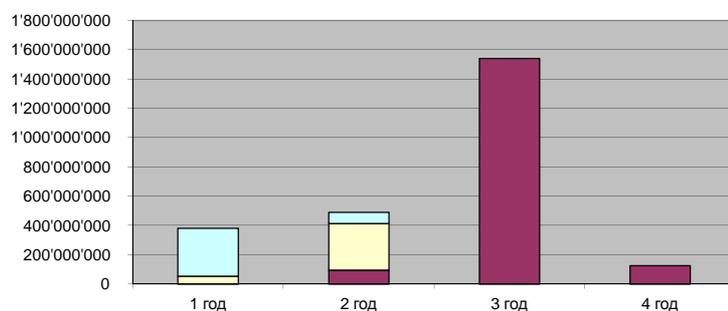
## Результаты расчётов

- Строительство сети беспроводного широкополосного доступа 4 поколения, является инвестиционно привлекательным **в 115 населённых пунктах Украины**. Суммарный NPV по этим городам составляет приблизительно **875 млн. грн. за 4 года** (около 7,5 млн. грн в среднем на один город)
- **В 19 городах** строительство сети беспроводного широкополосного доступа 4 поколения является более выгодным с точки зрения экономии бюджетных средств, чем подключение и строительство сетей доступа в общеобразовательных учебных заведениях этих городов. Суммарный NPV по этим 19-ти населённым пунктам составляет **-7,7 млн. грн.** (отрицательное значение), что в сумме по всем 134 городам строительства даёт позитивное значение на уровне 867 млн. грн.
- **В 521 населённом пункте** необходимо строить лишь ЦК (или ЦКН), что требует порядка **40 млн. грн. инвестиций**, а также должно осуществляться строительство сетей доступа в каждом общеобразовательном учебном заведении, что для 3133 учебных заведений, находящихся в городах, которые не целесообразно охватывать сетью беспроводной связи 4 поколения, даёт суммарный **негативный NPV за 4 года на уровне -54 млн. грн.**
- Основным способом подключения ЦК (или ЦКН) к единой образовательной сети должна стать **аренда MPLS ресурса у стороннего оператора** (584 города). Другие варианты (аренда/строительство ВОЛС) рекомендованы для 63 и 8 городов соответственно. Общий объём построения ВОЛС для подключения городов составляет порядка 532 км.
- В общем из 19034 учебных заведений, которые были внесены в базу данных за результатами анкетирования и экстраполяции 2727 учебных заведений (около 1,1 млн. учеников и учителей) планируется охватить беспроводной связью 4 поколения, ещё 13 174 заведения, которые размещены в сельской местности планируется подключить с использование существующей инфраструктуры Интернет-провайдеров или путём строительства собственных ВОЛС (или РРЛ)
- Общий негативный NPV за 4 года строительства по всем учебным заведениям, в которых предполагается строительство сетей доступа составляет порядка -292,6 млн. грн., что позволяет говорить **о возможности кросссубсидирования строительства и эксплуатации сетей в учебных заведениях размещённых в сельской местности за счёт средств, полученных от эксплуатации сети широкополосного доступа 4 поколения в городах Украины**

## Обобщённый график реализации проекта

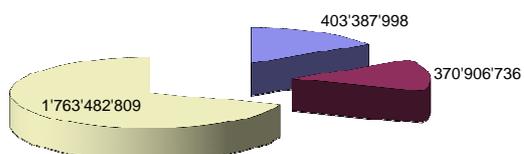
№ п/п	Виды работ	«Нулевой цикл»	1-й год	2-й год	3й год	4-й год
1	Регистрация юридического лица – собственника сети	X	-	-	-	-
2	Получение лицензии на осуществление операторской деятельности	X	-	-	-	-
3	Покупка радиочастотного ресурса	X	-	-	-	-
4	Создание системы управления собственника сети	X	X	X	-	-
5	Проектирование сети	-	X	X	X	X
6	Покупка оборудования и строительство ЦК (в том числе организация каналов связи)	-	X	X	-	-
7	Покупка оборудования и строительство ЦКН (в том числе организация каналов связи)	-	X	X	-	-
8	Покупка оборудования и строительство подсистемы базовых станций (в том числе организация каналов связи)	-	X	X	-	-
9	Создание ядра сети 4 поколения	-	X	X	-	-
10	Строительство школьных сетей доступа	-	-	X	X	X

### Общий объём инвестиционных затрат по годам строительства, грн



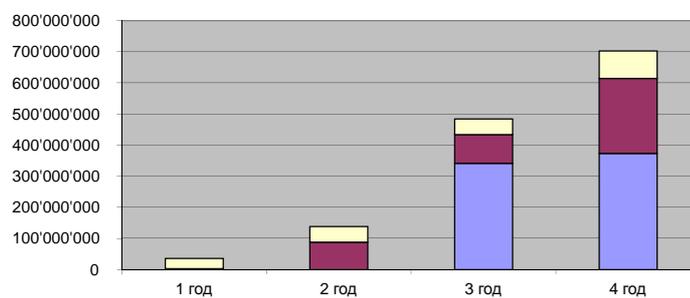
- Инвестиционные затраты на строительство сети в учебных заведениях
- Инвестиционные затраты на строительство сети в других населённых пунктах
- Инвестиционные затраты на строительство сети в региональных центрах

### Структура инвестиционных затрат, грн



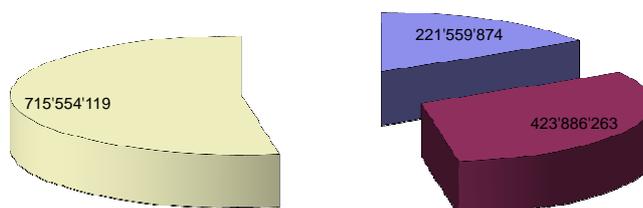
- Инвестиционные затраты на строительство сети в региональных центрах
- Инвестиционные затраты на строительство сети в других населённых пунктах
- Инвестиционные затраты на строительство сети в учебных заведениях

### Объём эксплуатационных затрат на функционирование сети, грн



- Ежегодные затраты на эксплуатацию сети в учебных заведениях
- Ежегодные затраты на эксплуатацию сети в других населённых пунктах
- Ежегодные затраты на эксплуатацию сети в региональных центрах

### Структура эксплуатационных затрат, грн



- Ежегодные затраты на эксплуатацию сети в региональных центрах
- Ежегодные затраты на эксплуатацию сети в других населённых пунктах
- Ежегодные затраты на эксплуатацию сети в учебных заведениях

**Спасибо за внимание!**